

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013170686 **Image available**

WPI Acc No: 2000-342559/ 200030

XRAM Acc No: C00-104224

XRPX Acc No: N00-257296

Production of multistage diffraction optical element, involves performing lithography using masks to form steps, and peeling-off mask after step formation

Patent Assignee: CANON KK (CANO); MURAKAMI E (MURA-I); TANAKA I (TANA-I)

Inventor: MURAKAMI E; TANAKA I

Number of Countries: 002 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2000098116	A	20000407	JP 98283445	A	19980918	200030 B
US 20020042024	A1	20020411	US 99398010	A	19990917	200227
US 6569608	B2	20030527	US 99398010	A	19990917	200337

Priority Applications (No Type Date): JP 98283445 A 19980918

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2000098116	A		14	G02B-005/18	
US 20020042024	A1			G03F-007/26	
US 6569608	B2			G03C-005/00	

Abstract (Basic): JP 2000098116 A

NOVELTY - Quartz board is covered with a mask and uncovered portion is etched to required depth to form a step. The etched board is covered with another mask, etched again and the mask is peeled-off. This process is repeated till the required pattern of steps is formed on the board to form the optical element (1').

USE - For Fresnel lens in manufacture of semiconductor integrated circuit etc.

ADVANTAGE - Required pattern is produced exactly. Alignment errors are eliminated, thereby improving the diffraction efficiency.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the optical element. Optical element (1')

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-98116

(P2000-98116A)

(43) 公開日 平成12年4月7日 (2000. 4. 7)

(51) Int.Cl.
G 0 2 B 5/18

識別記号

F I
G 0 2 B 5/18

テ-マコ-ト* (参考)
2 H 0 4 9

審査請求 未請求 請求項の数21 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-283445

(22) 出願日 平成10年9月18日 (1998. 9. 18)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 田中 一郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 村上 栄一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100075948

弁理士 日比谷 征彦

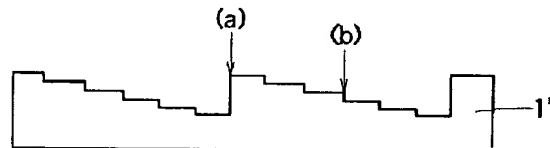
Fターム (参考) 2H049 AA33 AA37 AA45 AA48 AA53
AA55 AA63 AA64

(54) 【発明の名称】 素子又は素子作製用モールド型の作製方法

(57) 【要約】

【課題】

【解決手段】 第1のマスクに覆われない部分の母材を所定の深さにエッチングを行う第1工程と、第1のマスクで覆われない部分の母材の目的とする一部分を覆うと共に第1のマスクと重なるように第2のマスクを形成した後に、第1のマスク及び第2のマスクをエッチングマスクとして所定の深さにエッチングする第2工程と、第2のマスクを剥離した後に必要に応じて第2工程を繰り返す、第2のマスクを剥離した後に第3のマスクにより第1のマスクで覆われない部分を覆い、第4のマスクの端が第1のマスクの後にあり、反対側端が第3のマスクと重なるように第4のマスクを形成した後に第1のマスクの露出部をエッチングし除去して母材を露出し、続いて母材の露出部分を所定の深さにエッチングする第3工程とから成り、第3のマスク及び第4のマスクを剥離した後に必要に応じて第3工程を繰り返すことにより階段形状を有する回折光学素子1'を作製する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数回のリソグラフィ工程により、多段の階段状回折光学素子又は多段階段状回折光学素子作製用モールド型が、最初の前記リソグラフィ工程により形成される第1のマスクによる全てのパターンの端により、多段階段状回折光学素子又は多段階段状回折光学素子作製用モールド型における一部の段の位置を規定することを特徴とする素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項2】 前記第1のマスクによりエッチングを行い、前記第1のマスクのエッジ部分に段差を形成する工程を含む正1に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項3】 第1のマスク及び前記第1のマスクとオーバーラップする第2のマスクとの複合マスクによりエッチングを行い、前記第1のマスクのエッジ部分と前記第2のマスクのエッジ部分に段差を形成する工程を含む請求項1又は2に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項4】 前記第1のマスクを反転した前記第2のマスク及び前記第1のマスクとオーバーラップする第3のマスクとの複合マスクによりエッチングを行い、前記第2のマスクのエッジ部分と前記第3のマスクのエッジ部分に段差を形成する工程を含む請求項1又は2に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項5】 前記第1のマスクに覆われない部分の母材を所定の深さにエッチングを行う第1工程と、前記第1のマスクで覆われない部分の母材の目的とする一部分を覆うと共に前記第1のマスクと重なるように第2のマスクを形成した後に、前記第1、第2のマスクをエッチングマスクとして所定の深さにエッチングする第2工程と、前記第2のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第2工程を繰り返し、前記第2のマスクを剥離した後に第3のマスクにより前記第1のマスクで覆われない部分を覆い、第4のマスクの端が前記第1のマスクの端部にあり、反対側端が前記第3のマスクと重なるように前記第4のマスクを形成した後に前記第1のマスクの露出部をエッチングし除去して前記母材を露出し、続いて前記母材の露出部分を所定の深さにエッチングする第3工程とから成り、前記第3のマスク及び前記第4のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第3工程を繰り返す請求項1～4の何れか1つの請求項に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項6】 前記母材は透光性基板であり、前記第1のマスクは遮光性材料であり、前記第3のマスクはネガレジストであり、前記母材側から背面露光により形成する請求項5に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項7】 前記母材は透光性基板であり、前記第1のマスクはCr又はCrと酸化Crの積層膜であり、前記

第3のマスクはネガレジストであり、前記母材側から背面露光により形成する請求項5又は6に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項8】 前記第1のマスクに覆われない部分の母材を所定の深さにエッチングを行う第1工程と、第2のマスクで前記第1のマスクで覆われない部分の前記母材の目的とする一部分を覆うと共に前記第1のマスクと重なるように前記第2のマスクを形成した後に前記第1のマスク及び前記第2のマスクをエッチングマスクとして所定の深さにエッチングする第2工程と、前記第2のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第2工程を繰り返し、前記第2のマスクを剥離した後に第3のマスクで少なくとも前記第1のマスクで覆われない部分を覆い、更に前記第3のマスクの一端が前記第1のマスクの一端にあり、反対側端が前記第1のマスク上となるように前記第3のマスクを形成した後に前記第1のマスクの露出部をエッチングする第3工程とから成り、前記第3のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第3工程を繰り返す請求項1～4の何れか1つの請求項に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項9】 前記母材は透光性基板であり、前記第1のマスクは遮光性材料であり、第3のマスクはネガレジストであり、前記母材側から背面露光により形成する請求項8に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項10】 前記母材は透光性基板であり、前記第1のマスクはCr又はCrと酸化Crの積層膜であり、前記第3のマスクはネガレジストであり、前記母材側から背面露光により形成する請求項8又は9に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項11】 前記第1のマスクで覆われない部分の母材の目的とする一部分を第2のマスクにより覆うと共に、前記第1のマスクと重なるように前記第2のマスクを形成した後に前記第1のマスク及び前記第2のマスクをエッチングマスクとして所定の深さにエッチングし前記第2のマスクを除去する第1工程と、必要に応じて前記第1工程を繰り返し前記第1のマスクに覆われない部分の前記母材を所定の深さにエッチングを行う第2工程と、第3のマスクにより前記第1のマスクで覆われない部分を覆い、第4のマスクの端が前記第1のマスクの中にあり、反対側端が前記第3のマスクと重なるように前記第4のマスクを形成した後に前記第1のマスクの露出部をエッチングして除去して前記母材を露出させ、続いて前記母材の露出部分を所定の深さにエッチングする第3工程とから成り、前記第3のマスクと剥離した後に必要に応じて前記第3工程を繰り返す請求項1～4の何れか1つの請求項に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項12】 前記母材は透光性基板であり、前記第1のマスクは遮光性材料であり、第3のマスクはネガレ

ジストであり、前記母材側から背面露光により形成する請求項11に記載の回折光学素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項13】 母材は透光性基板であり、前記第1のマスクはCr又はCrと酸化Crの積層膜であり、前記第3のマスクはネガレジストであり、前記母材側から背面露光により形成する請求項1又は12に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項14】 前記第1のマスクで覆われない部分の母材の目的とする一部分を第2のマスクにより覆うと共に前記第1のマスクと重なるように前記第1のマスクを形成した後に前記第1のマスク及び前記第2のマスクをエッチングマスクとして所定の深さにエッチングし前記第2のマスクを除去する第1工程と、必要に応じて前記第1工程を繰り返し前記第2のマスクに覆われない部分の母材を所定の深さにエッチングを行う第2工程と、第3のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第2工程を繰り返し、前記第2のマスクを剥離した後に前記第3のマスクにより少なくとも前記第1のマスクで覆われない部分を覆い、更に前記第3のマスクの一端が前記第1のマスクの一端にあり、反対側端が前記第1のマスク上となるように前記第3のマスクを形成した後に、前記第1のマスクの露出部をエッチングし除去して前記母材を露出させ、続いて前記母材の露出部分を所定の深さにエッチングする第3工程とから成り、前記第3のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第3工程を繰り返す請求項1～4の何れか1つの請求項に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項15】 前記母材は透光性基板であり、前記第1のマスクは透光性材料であり、前記第3のマスクはネガレジストであり、前記母材側から背面露光により形成する請求項14に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項16】 前記母材は透光性基板であり、前記第1のマスクはCr又はCrと酸化Crの積層膜であり、前記第3のマスクはネガレジストであり、前記母材側から背面露光により形成する請求項14又は15に記載の素子又は素子作製用モールド型の作製方法。

【請求項17】 請求項1～16の何れか1つの請求項に記載の方法により作製した多段階状回折光学素子又はその作製用モールド型。

【請求項18】 請求項17に記載の多段階状素子作製用モールド型により作製した多段階状素子。

【請求項19】 請求項17又は18に記載の多段階状回折光学素子を用いた光学系。

【請求項20】 請求項19に記載の光学系を有する露光装置。

【請求項21】 請求項20に記載の露光装置による露光工程を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多段の階段状回折光学素子、フレネルレンズ、位相型の計算機ホログラム(CGH)用のマスク、或いは半導体集積回路の製造に用いる回折光学素子等の微細な凹凸パターンを有する素子又は素子作製用モールド型の作製方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】藤田他：電子通信学会誌(C)J66-CP85-91昭和58年1月号、特開昭62-265601号公報、特開昭62-42102号公報においては、階段形状の形成は、電子ビームを用いてドーズ量をコントロールして行い、レジストを回折パターンとしてそのまま用いる方法が開示されている。

【0003】特開昭61-137101号公報においては、互いにエッチング耐性を持つ2種類以上の膜を所望の厚さに積層した構造を形成し、上層から順次にエッチングして階段構造を形成して型を作製する方法が開示されている。

【0004】特開昭61-44628号公報、特開平6-160610号公報には、レジストをエッチングマスクとして1段ずつアライメントして、階段構造を形成して型を作製する方法が開示されている。

【0005】特開平8-15510号公報には、エッチングストップ層を用いて、エッチングストップ層と透明層とを1段ずつ積層、アライメント、露光、エッチングして、階段構造を形成する方法が開示されている。

【0006】特開平6-26339号公報、米国特許第2554600号公報には、レジストをエッチングマスクとしてアライメントして、階段構造を形成する方法が開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述の従来例においては、最小寸法は描画装置の最小解像度で決められ、微細な形状を作ることができない。

【0008】また、多段階状回折光学素子は半導体製造で用いられている露光、エッチング技術に基づいたリソグラフィ工程により、断面形状が階段状の回折光学素子として形成されている。このような多段階状回折光学素子は、回折光学素子としての機能を基板上に形成した階段状の凸凹によって発生させている。

【0009】従って、多段階状回折光学素子の光学的性能、特に回折効率には形成した凸凹の形状、即ち段の深さ、幅、断面形状等によって左右されている。とりわけ、複数のマスクを用いる場合には、そのアライメントによる誤差が回折効率に与える影響は大きい。

【0010】例えば、倍周期のマスクを順次に用いて階段形状を作製する場合に、アライメントエラーや線幅エラーがなければ理想的な階段形状ができるが、実際には線幅エラーやアライメントエラーを完全になくすことは

不可能であり、理想形状とは異なった形状となる。なお、他の方法でも基本的には同じ問題がある。

【0011】以下に具体例を示すと、図70に示すように理想的にはマスクA、マスクB、マスクCの3枚のマスクを用いて8段形状が作製可能であるが、マスクA、B、C同士がずれた場合には問題が生ずる。図70においては、マスクA、マスクB、マスクCのアライメントがdb、dcに示す量だけずれた場合の形状を示しており、このような形状となった場合には、光学素子Dの回折効率等の光学性能が大幅に低下する。

【0012】また、線幅のエラーが各層に生じた場合には、更に回折効率等の光学性能等が低下する。電子ビームによる描画の場合にはアライメントの誤差はなくなるが、膨大な描画量となり、生産上充分なスループットは得られない。

【0013】本発明の目的は、上述の問題点を解消し、正確で微細な階段形状を有する回折光学素子又は素子作製用モールド型の作製方法を作製する素子又は素子作製用モールド型の作製方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するための本発明に係る素子又は素子作製用モールド型の作製方法は、複数回のリソグラフィ工程により、多段の階段状回折光学素子又は多段階段状回折光学素子作製用モールド型が、最初の前記リソグラフィ工程により形成される第1のマスクによる全てのパターンの端により、多段階段状回折光学素子又は多段階段状回折光学素子作製用モールド型における一部の段の位置を規定することを特徴とする。

【0015】上記本発明に関連する好適な実施例である素子又は素子作製用モールド型の作製方法は、本発明において、前記第1のマスクに覆われない部分の母材を所定の深さにエッチングを行う第1工程と、前記第1のマスクで覆われない部分の母材の目的とする一部分を覆うと共に前記第1のマスクと重なるように第2のマスクを形成した後に、前記第1、第2のマスクをエッチングマスクとして所定の深さにエッチングする第2工程と、前記第2のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第2工程を繰り返す、前記第2のマスクを剥離した後に第3のマスクにより前記第1のマスクで覆われない部分を覆い、第4のマスクの端が前記第1のマスクの端部にあり、反対側端が前記第3のマスクと重なるように前記第4のマスクを形成した後に前記第1のマスクの露出部をエッチングし除去して前記母材を露出し、続いて前記母材の露出部分を所定の深さにエッチングする第3工程とから成り、前記第3のマスク及び前記第4のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第3工程を繰り返す。

【0016】上記本発明に関連する好適な実施例である素子又は素子作製用モールド型の作製方法は、本発明において、前記第1のマスクに覆われない部分の母材を所

定の深さにエッチングを行う第1工程と、第2のマスクで前記第1のマスクで覆われない部分の前記母材の目的とする一部分を覆うと共に前記第1のマスクと重なるように前記第2のマスクを形成した後に前記第1のマスク及び前記第2のマスクをエッチングマスクとして所定の深さにエッチングする第2工程と、前記第2のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第2工程を繰り返す、前記第2のマスクを剥離した後に第3のマスクで少なくとも前記第1のマスクで覆われない部分を覆い、更に前記第3のマスクの一端が前記第1のマスクの一端にあり、反対側端が前記第1のマスク上となるように前記第3のマスクを形成した後に前記第1のマスクの露出部をエッチングする第3工程とから成り、前記第3のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第3工程を繰り返す。

【0017】上記本発明に関連する好適な実施例である素子又は素子作製用モールド型の作製方法は、本発明において、前記第1のマスクで覆われない部分の母材の目的とする一部分を第2のマスクにより覆うと共に、前記第1のマスクと重なるように前記第2のマスクを形成した後に前記第1のマスク及び前記第2のマスクをエッチングマスクとして所定の深さにエッチングし前記第2のマスクを除去する第1工程と、必要に応じて前記第1工程を繰り返す前記第1のマスクに覆われない部分の前記母材を所定の深さにエッチングを行う第2工程と、第3のマスクにより前記第1のマスクで覆われない部分を覆い、第4のマスクの端が前記第1のマスクの中にあり、反対側端が前記第3のマスクと重なるように前記第4のマスクを形成した後に前記第1のマスクの露出部をエッチングして除去して前記母材を露出させ、続いて前記母材の露出部分を所定の深さにエッチングする第3工程とから成り、前記第3のマスクと剥離した後に必要に応じて前記第3工程を繰り返す。

【0018】上記本発明に関連する好適な実施例である素子又は素子作製用モールド型の作製方法は、本発明において、前記第1のマスクで覆われない部分の母材の目的とする一部分を第2のマスクにより覆うと共に前記第1のマスクと重なるように前記第1のマスクを形成した後に前記第1のマスク及び前記第2のマスクをエッチングマスクとして所定の深さにエッチングし前記第2のマスクを除去する第1工程と、必要に応じて前記第1工程を繰り返す前記第2のマスクに覆われない部分の母材を所定の深さにエッチングを行う第2工程と、第3のマスクを剥離した後に必要に応じて前記第2工程を繰り返す、前記第2のマスクを剥離した後に前記第3のマスクにより少なくとも前記第1のマスクで覆われない部分を覆い、更に前記第3のマスクの一端が前記第1のマスクの一端にあり、反対側端が前記第1のマスク上となるように前記第3のマスクを形成した後に、前記第1のマスクの露出部をエッチングし除去して前記母材を露出させ、続いて前記母材の露出部分を所定の深さにエッチン

グする第3工程とから成り、前記第3のマスクを剥離した後必要に応じて前記第3工程を繰り返す。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明を図1～図69に図示の実施例に基づいて詳細に説明する。先ず第1の実施例として、図1に示す石英基板1上に、図2に示すようにCr膜2をスパッタリング法により1000オングストロームの厚みに成膜する。また、パターニングの解像力の向上のために、Cr膜2上に200～300オングストロームの酸化Cr等の反射防止膜を設けてもよい。

【0020】この石英基板1にフォトレジストを塗布し、図2に模式的に示すように第1回目のレジストパターンを形成する。続いて、レジストパターンをマスクにCr膜2をエッチングする。このとき、エッチングは例えば平行平板型のRIE（リアクティブイオンエッチング）装置を用い、エッチングガスとして例えば塩素ガス或いは塩素ガスと酸素の混合ガスを用いる。

【0021】次に、図3に示すようにレジストパターンを酸素アッシング法或いは剥離液により剥離する。続いて、図4に示すようにCr膜2によるパターンをマスクに、石英基板1をエッチングする。このとき、エッチングには例えば上述のRIE装置を用い、エッチングガスは例えばCF₄と水素の混合ガスを用いる。エッチング条件は例えばCF₄流量20sccm、水素流量3sccm、圧力4Pa、RFパワー60Wとする。

【0022】更に、フォトレジストを全面に塗布し、図5に示すようにパターニングし、Cr膜2とレジストパターン3をマスクに石英基板1をエッチングする。このときのエッチングには例えば上述のRIE装置を用い、先と同様に実施し、図6の模式図のようにする。

【0023】次に、フォトレジストパターン3を剥離した後、再びフォトレジストパターン4を全面に塗布し、図7に示すようにパターニングする。続いて、図8に示すようにCr膜2とレジストパターン4をマスクに、石英基板1をエッチングする。更に、フォトレジストパターン4を剥離すると図9に示す状態になる。

【0024】図10に示すように、ネガレジスト5を全面に塗布し基板1の裏面から露光する。これを現像すると図11に示すようにCr膜2のないところのみ、レジストパターン7が形成される。

【0025】次に、フォトレジストを全面に塗布し、図12に示すようにパターン8をパターニングする。図13に示すように、パターン7、8に覆われない部分のCr膜2をエッチングする。このエッチングには、例えば塩素ガス又は塩素ガスと酸素の混合ガスを用いたRIE法を用いる。

【0026】続いて、図14に示すようにパターン7、8をマスクに、石英基板1をエッチングする。続いて、パターン7、8を剥離した後、ネガレジストを全面に塗布して基板の裏面から露光し、現像すると図15に示

すようにCr膜2のないところのみ、レジストパターン9が形成される。更に、フォトレジストを全面に塗布し、図16に示すようにパターン10をパターニングする。パターン9、10に覆われない部分のCr膜2を、例えば塩素ガス又は塩素ガスと酸素の混合ガスを用いたRIE法を用いて、図17に示すようにエッチングする。

【0027】次に、図18に示すようにパターン9、10をマスクに、石英基板1をエッチングする。最後に、パターン9、10及びCr膜2を除去する。このエッチングには例えば硝酸セリウムアンモニウム、過塩素酸、水の混合液を用いる。このようにして、図19に示すような6段の階段状回折光学素子1'が完成する。

【0028】この階段状回折光学素子1'の図3及び図19に示したa、bの位置は、アライメントによらずに最初のパターニングで決定されるため、素子のアライメントエラーの影響が従来法に比べて小さくなる。

【0029】また、本実施例の場合に、描画装置の最小解像線幅の3分の1のステップで素子が作製可能であるから、より回折効率の高い素子が得られる。

【0030】本実施例では、最大段差部aとそこから数えて3番目の段差部bが最初のマスクにより規定されているが、一般に2n段の素子を作製する場合に、最大段差部aと、そこから数えてn番目の段差部bが最初のマスクにより規定されることになる。また、最初の工程で2段（Cr膜がない部分）、後の工程（Cr膜がある部分）により3段を作製することもできるが、このときの場合は最大段差部aと、そこから数えて3番目の段差部bが最初のマスクにより規定される。

【0031】従って、一般に後の工程（Cr膜がある部分）で、n段を作製する場合最大段差部aと、そこから数えてn番目の段差部bが最初のマスクにより規定されることになる。

【0032】第2の実施例として、図20に示すように石英基板11上にCr膜12をスパッタリング法により1000オングストロームの厚みに成膜する。また、Cr膜12上に酸化Cr等の反射防止膜を設けてもよい。

【0033】この石英基板11にフォトレジストを塗布し、図21に示すように第1回目のレジストパターン13を形成し、レジストパターン13をマスクにCr膜12をエッチングする。このとき、エッチングは例えば平行平板型のRIE装置を用い、エッチングガスは例えば塩素ガス或いは塩素ガスと酸素の混合ガスを用いる。

【0034】次に、図22に示すようにレジストパターン13を酸素アッシング法或いは剥離液により剥離し、更に図23に示すようにCr膜12によるパターンをマスクに、石英基板11をエッチングする。このとき、エッチングは例えば上述のRIE装置を用いる。エッチングガスは例えばCF₄と水素の混合ガスを用い、エッチング条件は例えばCF₄流量20sccm、水素流量3scc

m、圧力4Pa、PFパワー60Wとする。

【0035】更に、フォトレジストを全面に塗布し、図24に示すようにパターンニングする。Cr膜12と、レジストパターン14をマスクに、RIE装置により図25に示すように石英基板11をエッチングする。

【0036】続いて、レジストパターン14を剥離し、ネガレジスト15を全面に塗布し、図26に示す状態にし、図27に示すように基板11の裏面から露光する。更に、図28に示すようにフォトマスク16を用いて表面より露光する。

【0037】これを現像すると、図29に示すようにCr膜12のないところにのみ、フォトレジストパターン17が形成される。次に、図30に示すようにパターン18に覆われない部分のCr膜12を、例えば塩素ガスと酸素の混合ガス中でRIE法によりエッチングする。

【0038】図31に示すようにレジストパターン17をマスクに石英基板11をエッチングする。続いて、図32に示すようにレジストパターン17を除去し、続いてCr膜12をエッチングにより除去すると、図33に示すような4段の階段状回折光学素子11'が完成する。

【0039】この階段状回折光学素子11'の図33に示すa、bの位置は、アライメントによらずに最初のCr膜12のパターニングで決定されるため、素子のアライメントエラーの影響が従来法に比べて小さくなる。

【0040】第3の実施例において、図34に示すように石英基板21上にCr膜22をスパッタリング法により1000オングストロームの厚みに成膜する。また、Cr膜22上に酸化Cr等の反射防止膜を設けてもよい。

【0041】この基板21にフォトレジストを塗布し、図35に示すように第1回目のレジストパターン23を形成し、続いてレジストパターン23をマスクにCr膜22をエッチングする。このとき、エッチングは例えば平行平板型のRIE装置を用い、エッチングガスは例えば塩素ガス或いは塩素ガスと酸素の混合ガスを用いる。次に、レジストパターン23を酸素アッシング法或いは剥離液により剥離する。

【0042】フォトレジストを全面に塗布し、図36に示すようにレジストパターン24を形成する。図37に示すように、Cr膜22とレジストパターン24をマスクに、石英基板21をエッチングし、図38に示すようにレジストパターン24を剥離する。

【0043】次に、図39に示すようにCr膜22によるパターンをマスクに、石英基板21を例えば上述のRIE装置を用いてエッチングする。エッチングガスは例えばCF₄と水素の混合ガスを用いる。エッチング条件は例えば、CF₄流量20sccm、水素流量3sccm、圧力4Pa、RFパワー60Wとする。

【0044】次に、図40に示すようにフォトレジスト

25を全面に塗布し、基板21の裏面から露光し、これを現像すると図41に示すようになる。図42に示すようにフォトレジストを全面に塗布し、パターン26をパターンニングする。例えば硝酸セリウムアンモニウム、過塩素酸、水の混合液を用いて図43に示すようにレジストパターン25、26をマスクとしてCr膜22をエッチングする。

【0045】次に、図44に示すようにレジストパターン25、26をマスクとして、石英基板21をエッチングし、図45に示すようにレジストパターン25、26を除去し、Cr膜22をエッチングすると、図46に示すような4段の階段状回折光学素子21'が完成する。

【0046】この階段状回折光学素子21'の図46に示したa、bの位置は、アライメントによらず最初のCr膜22によるパターンニングで決定されるため、素子のアライメントエラーの影響が従来法に比べて小さくなる。

【0047】また本実施例の場合に、描画装置の最小解像線幅の2分の1のステップで素子が作製可能であるから、より回折効率の高い素子となる。

【0048】第4の実施例として、図47に示すように石英基板31上にCr膜32をスパッタリング法により1000オングストロームの厚みに成膜する。また、Cr膜32上に酸化Cr等の反射防止膜を設けてもよい。

【0049】この石英基板31にフォトレジストを塗布し、図48に示すように第1回目のレジストパターン33を形成し、続いてレジストパターン33をマスクにCr膜32をエッチングする。このときのエッチングは例えば塩素ガスと酸素の混合ガスを用いて例えば平行平板型のRIE装置により行う。

【0050】次に、図49に示すようにレジストパターン33を酸素アッシング法又は剥離液により剥離する。続いて、フォトレジストを全面に塗布し、図50に示すようにレジストパターン34を形成し、図51に示すようにCr膜32と、レジストパターン34をマスクとして石英基板31をエッチングする。

【0051】続いて、図52に示すようにレジストパターン34を剥離し、図53に示すようにCr膜32によるパターンをマスクとして石英基板31をエッチングする。このときのエッチングは例えば上述のRIE装置を用い、エッチングガスは例えばCF₄と水素の混合ガスを用いる。エッチング条件は例えばCF₄流量20sccm、水素流量3sccm、圧力4Pa、RFパワー60Wとする。

【0052】図54に示すようにフォトレジストを剥離しネガレジストパターン35を全面に塗布し、図55に示すように基板31の裏面から露光し、続いて図56に示すようにフォトマスク36を用いて表面から露光する。これを現像すると図57に示すようにレジストパターン37が形成される。

【0053】次に、図58に示すようにパターン37に覆われない部分のCr膜32を例えば硝酸セリウムアンモニウム、過塩素酸、水の混合液を用いてエッチングする。続いて、図59に示すようにパターン37をマスクとして石英基板31をエッチングし、図60に示すようにレジストパターン37を除去する。更に、Cr膜32をエッチングして除去し、図61に示すような4段の階段状回折光学素子31'が完成する。

【0054】この階段状回折光学素子31'の図61に示したa、bの位置は、アライメントによらずに最初のCr膜32で決定されるため、素子のアライメントエラーの影響が従来例に比べて小さくなる。

【0055】また、本実施例の場合に、描画装置の最小解像線幅の2分の1のステップで素子が作製可能であるから、より回折効率の高い素子が得られる。

【0056】第5の実施例として、第1～第4の実施例による方法により作製した階段状基板を型として、樹脂製の階段状回折光学素子が作製できる。先ず、図62に示すようにガラス基板41にシリンジ42により、反応硬化型樹脂即ちアクリル系、エポキシ系等の紫外線硬化型樹脂或いは熱硬化型樹脂43を滴下する。次に、図63、図64に示すように、第1～第4の実施例による方法により作製した階段状基板44を樹脂43の上から押し付けて、樹脂43によるレプリカ層45を形成する。

【0057】このとき、型となる基板44を樹脂43に押し付ける前に、表面に必要に応じて離型剤を塗布する。続いて、紫外線硬化型樹脂の場合は型となる基板41の側から紫外線を照射し樹脂を固化させる。また熱硬化型樹脂の場合には、加熱処理により樹脂を固化させる。次に、型となる基板44を剥すと、図65に示す階段状回折光学素子46が完成する。

【0058】この階段状回折光学素子46は図65に示したa、bの位置は、アライメントによらずに階段状基板44の最初のCr膜により決定されるため、素子のアライメントエラーの影響が従来法に比べ小さくなる。

【0059】また、本実施例の場合に、描画の最小線幅の1/2～1/3のステップで素子が作製可能であるから、より回折効率の高い素子である。

【0060】第6の実施例として、第1～第4の実施例による方法により作製した階段状基板51上に、図66に示すようにスパッタリング法によりアルミニウム膜52を1000オングストロームの厚みに成膜することにより、反射型の階段状回折光学素子53が完成する。

【0061】この階段状回折光学素子53の図66に示したa、bの位置は、アライメントによらずに階段状基板51の最初のCr膜により決定されるため、素子のアライメントエラーの影響が従来法に比べて小さくなる。

【0062】また本実施例の場合に、描画の最小線幅の2分の1～3分の1のステップで作製可能であるから、より回折効率の高い素子となる。

【0063】第7の実施例として、第1の実施例の方法により作製した回折光学素子を、図67に示すようなi線或いはKrF等の紫外線を用いたステッパである半導体用露光装置に適用した例について述べる。

【0064】この露光装置は波長248nmの照明系61によりレチクル62を照射し、レチクル62に描かれたパターンを結像光学系63によりステージ64上の半導体基板65に5分の1の縮小倍率で、描画できるようになっている。結像光学系63には、色収差低減と非球面効果を持たせる目的で、第1の実施例の方法により作製した回折光学素子66が組込まれている。

【0065】この回折光学素子66は斜視図として描けば、図68に示すような外観となる。そして、その断面形状は図69に示すような形状であり、光学的には凸レンズと同じ役割を果たしている。なお、図69では4段であるが、以下では8段の場合について述べる。また、1段の段差は610オングストローム、最外周の階段1段の幅は0.35μmである。また素子66の直径は120mmである。

【0066】階段状回折光学素子66に入射した光は、主に1次、9次、17次の回折光に分かれて透過する。勿論、結像に関与するのは1次光のみであり、これが入射光のうち90%以上を占めている。残りの数%が9次、17次であるが、幸いなことに結像に必要な1次光と回折次数が離れているため、これらの光は結像光学系63の外に向かい、結像に大きく影響することはない。

【0067】これに対し、図70の従来の技術で示した方法、即ちマスクA、B、Cの3枚のマスクで作製した段数8段、1段の段差610オングストローム、最外周の階段1段の幅0.35μm、また素子の直径120mmである階段状光学素子を用いた場合には、1次と9次の回折光の間に3次等の回折光が強く発生するため、これらの不要光が像面にフレア及び擬パターンを形成し、像性能が劣化する。

【0068】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る素子又は素子作製用モールド型の作製方法によれば、形状がより正確となり、アライメントエラーにより生ずる微細な突起或いは凹みができず、パターンニング装置の最小線幅の半分或いはそれ以下の階段形状を作製可能であり、回折効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の作製工程図である。

【図2】第1の実施例の作製工程図である。

【図3】第1の実施例の作製工程図である。

【図4】第1の実施例の作製工程図である。

【図5】第1の実施例の作製工程図である。

【図6】第1の実施例の作製工程図である。

【図7】第1の実施例の作製工程図である。

【図8】第1の実施例の作製工程図である。

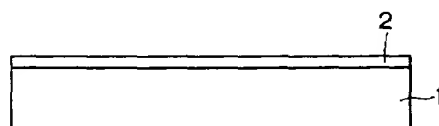
【図9】第1の実施例の作製工程図である。
【図10】第1の実施例の作製工程図である。
【図11】第1の実施例の作製工程図である。
【図12】第1の実施例の作製工程図である。
【図13】第1の実施例の作製工程図である。
【図14】第1の実施例の作製工程図である。
【図15】第1の実施例の作製工程図である。
【図16】第1の実施例の作製工程図である。
【図17】第1の実施例の作製工程図である。
【図18】第1の実施例の作製工程図である。
【図19】第1の実施例の作製工程図である。
【図20】第2の実施例の作製工程図である。
【図21】第2の実施例の作製工程図である。
【図22】第2の実施例の作製工程図である。
【図23】第2の実施例の作製工程図である。
【図24】第2の実施例の作製工程図である。
【図25】第2の実施例の作製工程図である。
【図26】第2の実施例の作製工程図である。
【図27】第2の実施例の作製工程図である。
【図28】第2の実施例の作製工程図である。
【図29】第2の実施例の作製工程図である。
【図30】第2の実施例の作製工程図である。
【図31】第2の実施例の作製工程図である。
【図32】第2の実施例の作製工程図である。
【図33】第2の実施例の作製工程図である。
【図34】第3の実施例の作製工程図である。
【図35】第3の実施例の作製工程図である。
【図36】第3の実施例の作製工程図である。
【図37】第3の実施例の作製工程図である。
【図38】第3の実施例の作製工程図である。
【図39】第3の実施例の作製工程図である。
【図40】第3の実施例の作製工程図である。
【図41】第3の実施例の作製工程図である。
【図42】第3の実施例の作製工程図である。
【図43】第3の実施例の作製工程図である。
【図44】第3の実施例の作製工程図である。
【図45】第3の実施例の作製工程図である。
【図46】第3の実施例の作製工程図である。
【図47】第4の実施例の作製工程図である。
【図48】第4の実施例の作製工程図である。
【図49】第4の実施例の作製工程図である。

【図50】第4の実施例の作製工程図である。
【図51】第4の実施例の作製工程図である。
【図52】第4の実施例の作製工程図である。
【図53】第4の実施例の作製工程図である。
【図54】第4の実施例の作製工程図である。
【図55】第4の実施例の作製工程図である。
【図56】第4の実施例の作製工程図である。
【図57】第4の実施例の作製工程図である。
【図58】第4の実施例の作製工程図である。
【図59】第4の実施例の作製工程図である。
【図60】第4の実施例の作製工程図である。
【図61】第4の実施例の作製工程図である。
【図62】第5の実施例の作製工程図である。
【図63】第5の実施例の作製工程図である。
【図64】第5の実施例の作製工程図である。
【図65】第5の実施例の作製工程図である。
【図66】反射型素子を示す図である。
【図67】第7の実施例のステップパ模式図である。
【図68】第7の実施例のステップパに組込む階段状回折光学素子の模式図である。
【図69】第7の実施例のステップパに組込む階段状回折光学素子の断面模式図である。
【図70】従来例の説明図である。
【符号の説明】
1、11、21、31、41、51 石英基板
1'、11'、21'、31'、46、53、66 回折光学素子
2、12、22、32 Cr膜
3、4、7、8、9、10、13、14、17、23、26、33、34、35、37 パターン
15 レジスト
16、36 マスク
41 ガラス基板
42 シリンジ
43 樹脂
44、51 階段状基板
52 アルミニウム基板
62 レチクル
63 結像光学系
64 ステージ
65 半導体基板

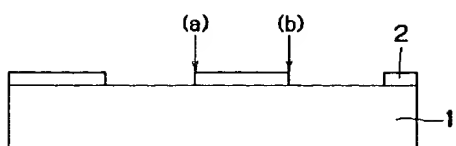
【図1】



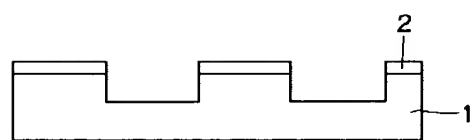
【図2】



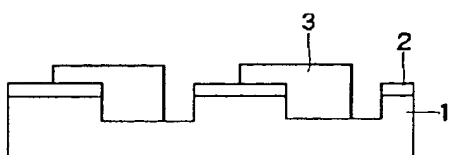
【図3】



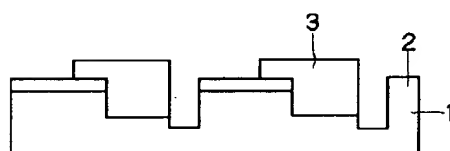
【図4】



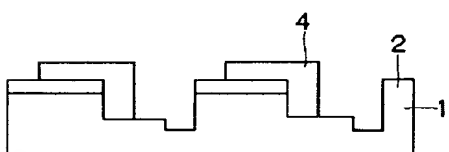
【図5】



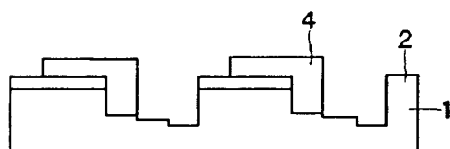
【図6】



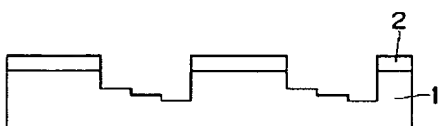
【図7】



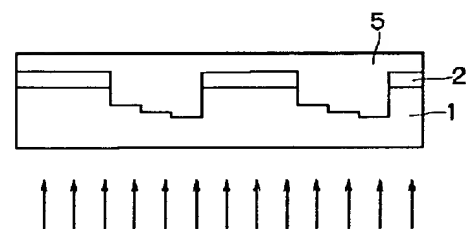
【図8】



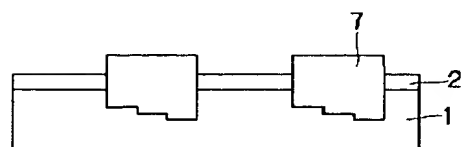
【図9】



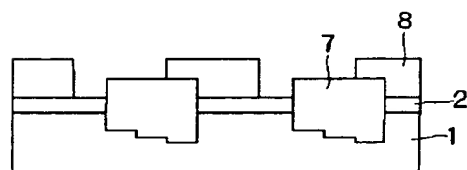
【図10】



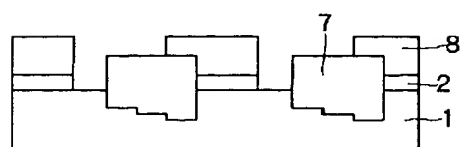
【図11】



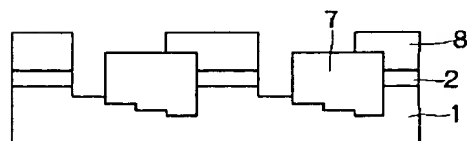
【図12】



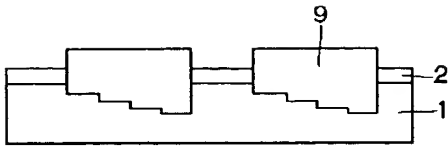
【図13】



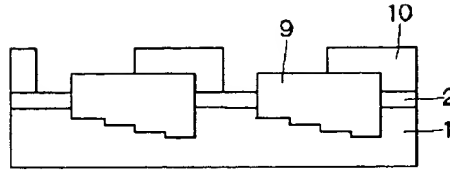
【図14】



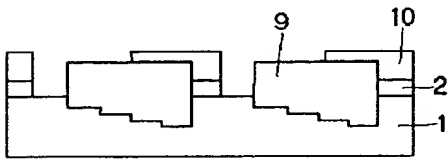
【図15】



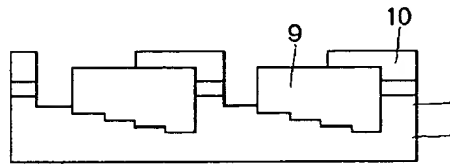
【図16】



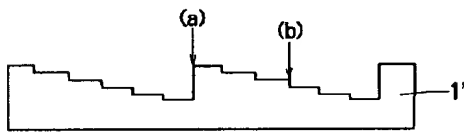
【図17】



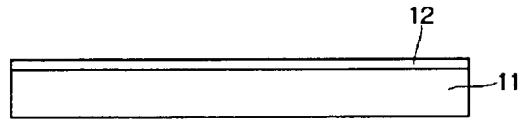
【図18】



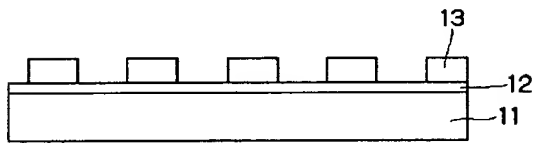
【図19】



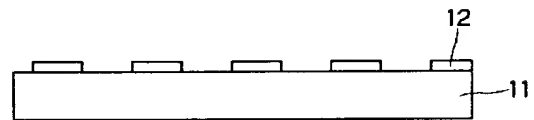
【図20】



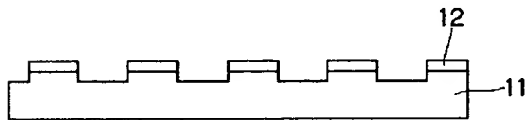
【図21】



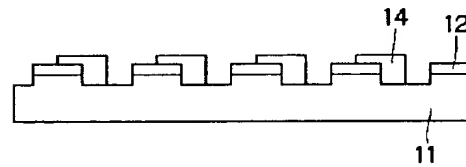
【図22】



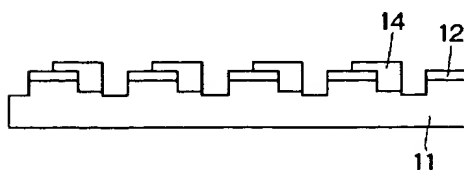
【図23】



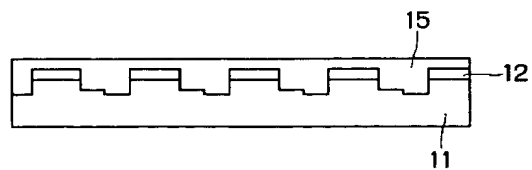
【図24】



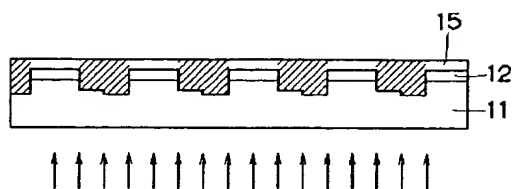
【図25】



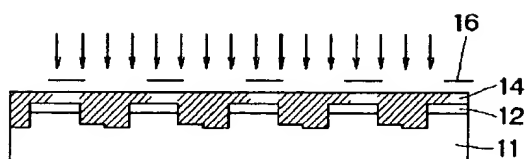
【図26】



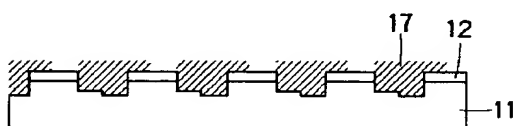
【图27】



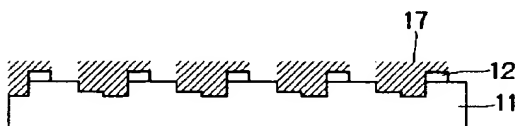
【图28】



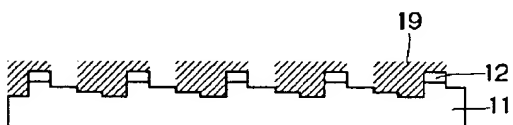
【图29】



【图30】



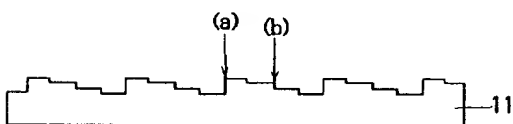
【图31】



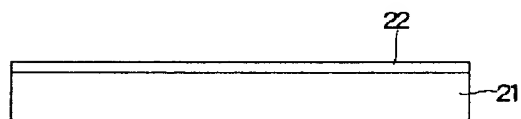
【图32】



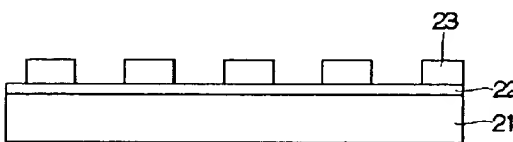
【图33】



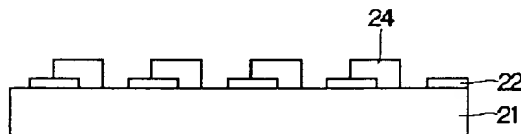
【图34】



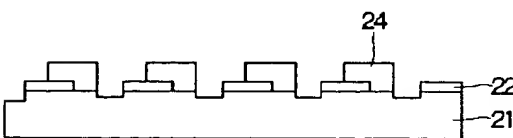
【图35】



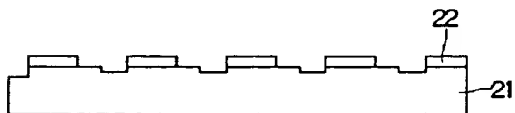
【图36】



【图37】



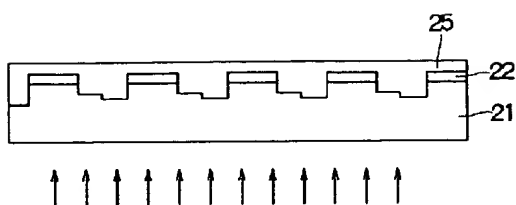
【图38】



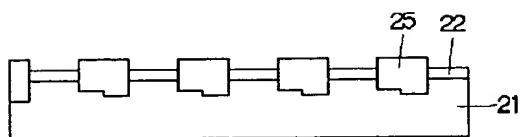
【图39】



【图40】

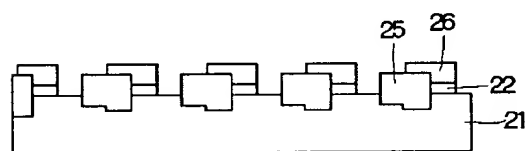
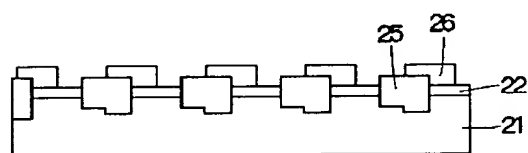


【图41】



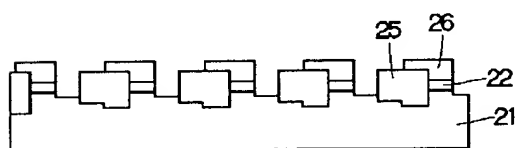
【图43】

【图42】



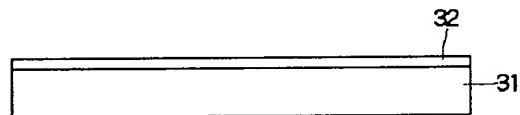
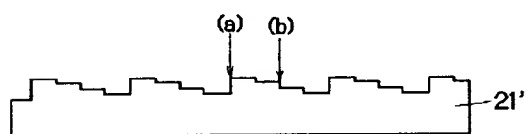
【图44】

【图45】



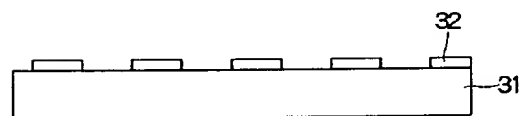
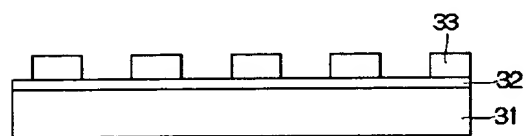
【图46】

【图47】



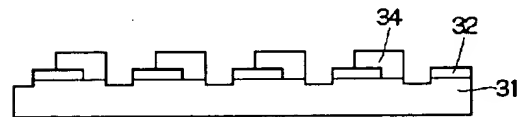
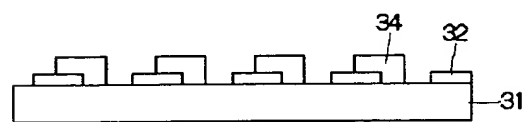
【图48】

【图49】



【图51】

【图50】



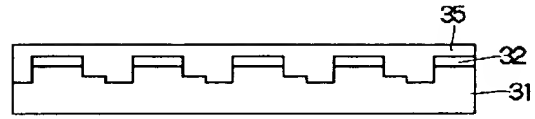
【图52】



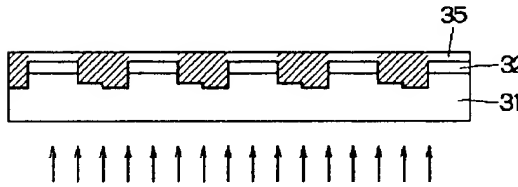
【図53】



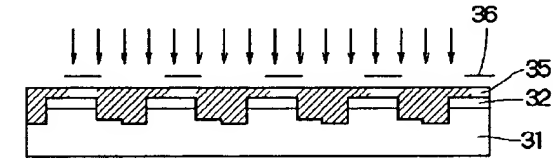
【図54】



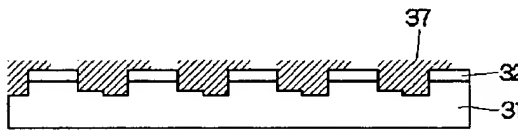
【図55】



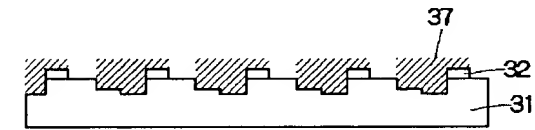
【図56】



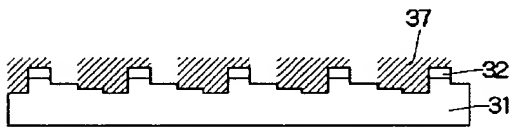
【図57】



【図58】



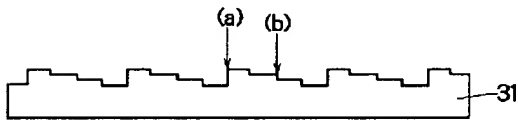
【図59】



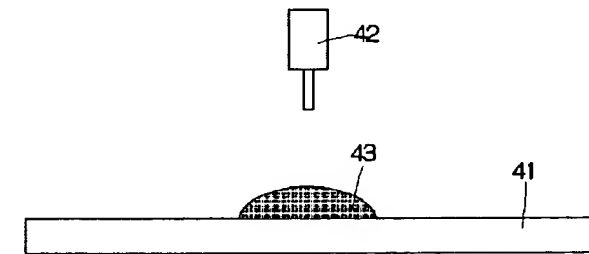
【図60】



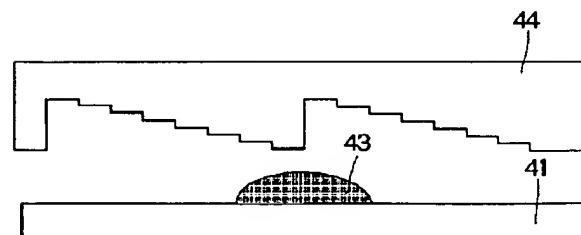
【図61】



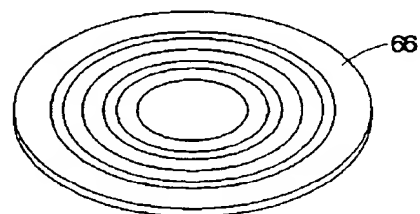
【図62】



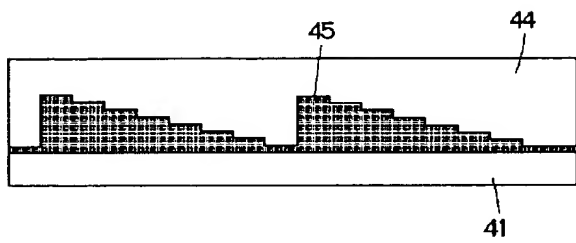
【図63】



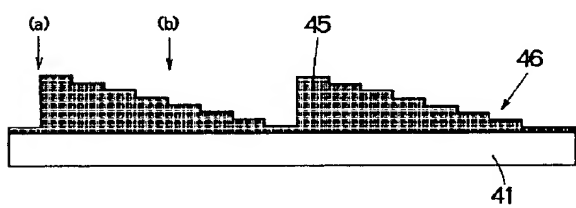
【図68】



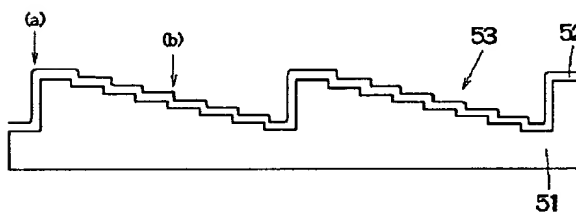
【図64】



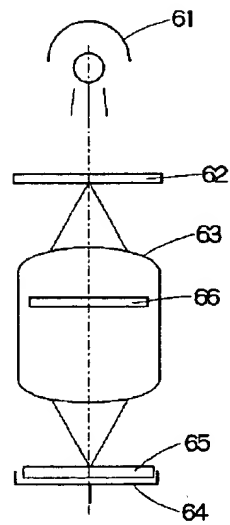
【図65】



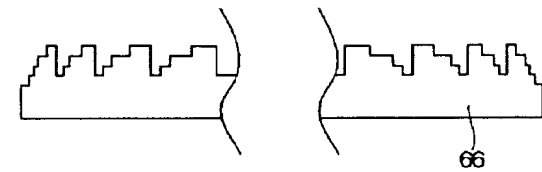
【図66】



【図67】



【図69】



【図70】

